

氩电联焊在页岩气产建中的应用

马国荣 仇道勇（中国石化华东油气分公司采油气工程服务中心，江苏 泰州 225300）

摘要：通过对页岩气集输站管线的介绍和对氩电联焊焊接技术质量控制的分析研究，介绍了氩电联焊焊接技术在重庆市涪陵平桥南区页岩气集输站的应用情况，为实现页岩气集输站焊接施工的优质、高效、经济提供了有力保障。

关键词：集气站；氩电联焊；焊接质量分析及研究

近年来随着华东油气分公司在重庆涪陵平桥南区的页岩气的勘探开发，后续的集气场站的大规模发展建设，使得焊接工艺方法的改变极为重要。通过对页岩气集输站管线的介绍和对氩电联焊焊接技术质量控制的分析研究，介绍了氩电联焊焊接技术在重庆市涪陵平桥南区页岩气集输站的应用情况，为实现页岩气集输站焊接施工的优质、高效、经济提供了有力保障。

1 页岩气

页岩气是指赋存于富有机质泥页岩及其夹层中，以吸附和游离状态为主要问题存在发展方式的非常规天然气，成分以甲烷为主，是一种具有清洁、高效的能源资源和化工产品原料，主要可以用于城镇、乡村居民进行燃气、城市供热、发电、汽车作为燃料和化工安全生产等，用途非常广泛。

2 集气站

集气站将气井产出的天然气收集起来，加工后输送至管网。集气站内有计量压力撬、分离器、压缩机、分子筛、收发球桶等页岩气设备，用于压力控制、分离、干燥和管线通球。为掌握天然气的生产动态在集气站需要进行设置很多开关球阀、计量仪表等精密仪器。根据工艺设计要求设备前的管线流程错综复杂，管管的间距最大不超 300mm，距离基准线标高不超 400mm。



图 1 工艺流程图例

3 适用的焊接工艺

根据设计文件要求，集气场站建设均采用具有高强度和良好抗延性断裂能力 L360n 管线钢，规格 $\Phi 32*4\text{mm} \sim \Phi 114*6\text{mm}$ 等，集气场站管线受空间、位置的影响，管径小，管壁厚较厚，焊接变形控制要求高，通过查阅相关文献，结合现场实际情况，我们选择氩电联焊工艺。即焊缝的打底焊采用钨极氩弧气体保护焊。它以难熔金属钨和钨合金棒为电极，在钨极和工件之间产生电弧，以氩气来保护钨电极、焊丝和熔池进行焊接。再采用焊条电弧焊进行焊缝的填充盖面的焊接。

3.1 焊接设备及焊接材料

3.1.1 焊接设备

打底、填充、盖面均采用熊谷 MPS-500 焊机来进行（见图 2）。



图 2 焊接设备

3.1.2 母材及焊接材料

表 1 保护气体参数

层数	气体	气体种类	混合比	流量 (L/min)
打底	保护气	Ar	99.99%	10-15

管材选用 L360n 管线钢，规格 $\Phi 32*4\text{mm} \sim \Phi 114*6\text{mm}$ 等，打底焊采用 GIT-50 焊丝 GTAW 焊；填充和盖面采用大西洋 E5015 (J507R)，直径 2.5mm 或 3.2mm 焊条来进行焊接。保护性气体参数详见表 1。



图 3 焊接材料

3.2 管材清理组对及打底焊接

3.2.1 坡口清理

氩弧焊对工件和填充金属表面的污染非常敏感，管口焊接区不清洁会产生气孔等缺陷，直接影响焊接质量。因此，焊接前必须清除表面的铁锈、油污、水分、氧化膜等杂质，常采用机械清理的方法用角磨机将焊口 2cm 范围内打磨光亮直至露出金属光泽。

3.2.2 组对

焊接组对的准确性将直接影响焊接操作和焊接质量。组对时坡口采用 V 型，角度为 $55^\circ \sim 65^\circ$ ，钝边 0~1.0mm，对口间隙 2.5~3.0mm。

3.2.3 焊接注意事项

由于氩弧焊对风速的影响较为敏感（要求不同的风

速均应 $\leq 2\text{m/s}$), 因此在打底焊接时应采取科学有效的防护技术措施, 如采用防风棚遮挡保护等。当环境风速过大时, 停止焊接。为了防止焊接过程中焊口的断裂, 在点定位点时须上下左右对称点四点后, 再根据情况开始焊接。打底焊接工艺参数见表 2, 焊道 1。

表 2 焊接工艺参数

焊道	工艺	极性	焊接方向	焊材尺 (mm)	焊接电流 (A)
1 打底	GTAW	正接	上向	2.5	110~130
2 填充	SMAW	反接	上向	2.5/3.2	65~80
3 盖面	SMAW	反接	上向	2.5/3.2	96~106

焊道的填充、盖面均采用碱性焊条来进行焊接。焊接极性选择直流反接, 短弧操作, 填充结束不要破坏坡口的边缘, 那样盖面才能保证焊完的焊缝一条线, 宽窄一致。

碱性焊条取用时需提前在烘箱里进行烘干, 烘干温度为 $350\sim 450^{\circ}\text{C}$, 烘干 2h, 烘干结束后应转到 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$ 的保温箱里进行保温, 随用随取。在施工现场保温桶应通电保温, 在焊接中焊条要取一根用一根, 不能拿湿手套取用, 避免焊条受潮造成气孔, 保温桶要保持常关状态。且每天下班将未用完的焊条回炉重烘, 但重复次数不应超过三次。

4 焊接质量控制分析及研究

通过对集气站管汇的构造进行数据的分析和研究, 我们发现, 整个集气站设备前的流程均采用成品管件 (包括法兰、三通、弯头、大小头等) 和阀门, 焊接工作量相对较大, 焊缝集中, 对焊缝质量和变形过程控制要求极为严格, 通过对焊接生产工艺的选择, 焊接质量控制措施的采用, 能够有效的保证集气站站的管线安装的工程质量。

4.1 焊接工艺的选择

该工艺具有以下特点:

4.1.1 焊接质量好, 缺陷少

根据合格的焊接工艺规范要求选择合适的焊丝、钨电极、焊接工艺参数, 并满足保护气体纯度的要求, 可以得到良好的熔合焊缝, 并使焊缝根部和接头内表面光滑、整齐, 不容易出现手工电弧焊打底焊接时可能出现的焊瘤、未焊透和凹陷等缺陷, 保证管道内的清洁度。

4.1.2 效率高、速度快、易于掌握

用钨极氩弧气体保护焊进行打底, 由于氩弧焊为连续焊接工艺, 而采用手工电弧焊打底为断弧焊且容易粘条造成气孔等缺陷修磨造成时间的浪费, 氩电联焊工艺的焊接效率是手工电弧焊的 2~4 倍。

4.1.3 变形小, 适用于全位置焊接

由于氩弧焊气体的惰性特点焊接时在电弧周围形成一圈稳定的保护气层, 不会出现气孔和合金元素的烧毁。并且焊接时热量相对集中, 使得焊缝热影响区窄, 焊件的变形小; 由于焊接时电弧为明弧, 可见性好, 便于观察, 在焊接过程中能够很好的控制熔池的形状, 适应于在平、立、横、仰各种位置进行施焊。

4.2 焊接质量的控制

4.2.1 持证上岗, 保证焊接质量

集气站参与管道焊接的作业人员必须持证上岗, 焊接施工前需进行焊接考核并通过考核后方可上线焊接。焊工的水平对焊接变形和质量影响很大, 高水平的焊工在焊接过程中更能按照焊接工艺规范的要求来执行, 也可以大幅度降低焊缝返修的次数, 从而能够减少焊接变形, 保证焊口的质量受控。

4.2.2 保持焊接的连续性

管道的焊接一旦进行, 必须保持焊接的连续性, 不能中断。若因特殊原因而不得不暂时中断的, 应采取措施, 防止焊缝开裂, 并根据现场实际情况对焊缝做一个处理, 确认焊缝区域无缺陷, 然后按原焊接工艺重新焊接。

4.2.3 控制焊接变形

为了可以减小管道的收缩产生应力和焊接结构变形, 采取定位焊点焊的方式, 然后以焊缝的半圈的 6 点位置起焊, 到 9 点或 3 点位置熄弧, 以对称的位置进行继续施焊。整个过程保证焊接顺序从构件受周围约束较大的部位开始, 然后再逐渐地向约束较小的部位推进。

4.2.4 焊接后的检测

焊接后, 焊工应对焊缝进行外观检查和清理, 确认焊缝表面无气孔、夹渣、严重咬边、凹陷等缺陷, 余高不超 3mm, 咬边深度不超 0.5mm 且长度不超过 1.5 公分。检查合格后, 按照规范标准和设计要求对管道焊口进行无损检测。对不合格焊口, 需要制定返修工艺, 并严格按工艺进行返修, 重新检测, 并做好施工记录。

5 现场应用

由于氩弧焊焊接和手工电弧焊两种焊接方法相结合的优势, 具有焊接成型好、焊应力小、变形小等优点, 在石化行业得到广泛应用。该种焊接技术工艺也更适合于集气站站的管道进行焊接。重庆涪陵平桥南区产能建设地面集气站工程自 2017 年至今一直采用氩电联焊工艺, 在 20 多个平台集气站建设中全部采用该工艺, 一个标准化的集气站站的完成焊缝量高达 300 多道, 其中包含 168*9、114*6、89*4、60*4、76*12 等型号的焊口, RT 探伤检测 I 级片合格率达 99.9%, II 级片合格率达 100%, 保证了集气站站管道的焊接质量, 得到了甲方领导的一致好评。

6 总结

集气站管汇安装受空间、位置的影响焊接中采用氩弧焊打底、电焊填充盖面的焊接工艺, 焊接质量稳定可靠, 焊缝成型美观, 焊接效率高, 内部质量好, 并且焊接操控性良好。在精密仪器、阀门应用的集气站站采用氩弧焊留在管道中的焊渣量几乎很少, 有效防止焊接过程中污染管道内部, 减少对仪器的伤害, 保证管道输气的洁净度。在页岩气站中推广应用为实现焊接的高质、高效和经济性, 得到了有力保证。